

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 2 7 3 4 3 9

(43) 公開日 平成6年(1994)9月30日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>

G 0 1 P 15/09

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1

O L

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-60144

(22) 出願日 平成5年(1993)3月19日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 多保田 純

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 井上 二郎

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

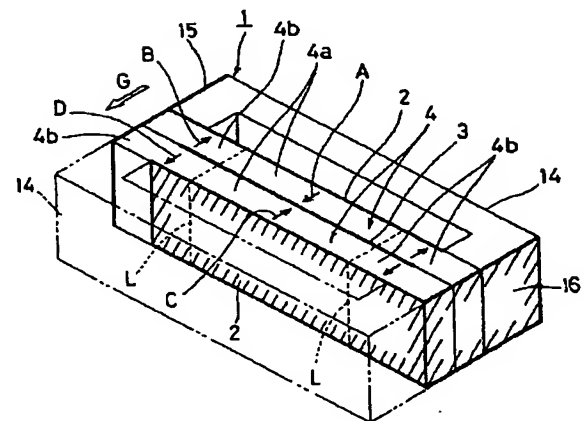
(74) 代理人 弁理士 岡田 和秀

(54) 【発明の名称】 加速度センサ

(57) 【要約】

【目的】 検出感度の向上及び小型化を図りつつ、生産効率の大幅な向上を実現することができる加速度センサを提供する。

【構成】 短冊形状とされたうえで主表面のそれぞれ上に信号取出電極 2 及び中間電極 3 が形成された一対の圧電セラミック板 4 を備え、これら圧電セラミック板 4 上の中間電極 3 同士を対面接合して一体化したバイモルフ型検出素子 1 の長手方向に沿う両端縁を固定支持してなる加速度センサであり、圧電セラミック板 4 それぞれの長手方向領域を加速度 G の作用に伴って発生する応力が変化する境界線 L によって分けられた 3 つの部分 4 a, 4 b に区分すると共に、その中央部分 4 a 及び端部分 4 b それぞれを板厚方向に沿いつつ互いに逆となる向き (A, B と C, D) に従って分極する一方、圧電セラミック板 4 の中央部分 4 a 及び端部分 4 b 同士における分極の向き (A, C と B, D) を相互に異ならせている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 共に短冊形状とされたうえで主表面のそれぞれ上に信号取出電極(2)及び中間電極(3)が形成された一対の圧電セラミック板(4)を備え、かつ、これら圧電セラミック板(4)上の中間電極(3)同士を対面接合して一体化したバイモルフ型検出素子(1)の長手方向に沿う両端縁を固定支持してなる構造の加速度センサであって、

圧電セラミック板(4)それぞれの長手方向領域を加速度(G)の作用に伴って発生する応力が変化する境界線(L)によって区分けされた3つの部分(4a, 4b)に区分すると共に、その中央部分(4a)及び端部分(4b)それぞれを板厚方向に沿いつつ互いに逆となる向き(A, BとC, D)に従って分極する一方、両圧電セラミック板(4)の中央部分(4a)及び端部分(4b)同士における分極の向き(A, CとB, D)を相互に異ならせていることを特徴とする加速度センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は加速度センサに係り、詳しくは、これを構成する際に用いられるバイモルフ型検出素子の構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、加速度センサのうちには圧電性素子を組み込んで構成されたものがあり、この種の圧電性素子としては、図3で示すような両持ち梁構造といわれるバイモルフ型検出素子(以下、検出素子という)10を利用するのが一般的となっている。すなわち、この検出素子10は、共に短冊形状とされたうえで主表面それぞれ上に信号取出電極11及び中間電極12が形成された一対の圧電セラミック板13を備え、かつ、これらが中間電極12同士の対面接合によって一体化されたものであり、圧電セラミック板13の各々は板厚方向に沿いつつ他方側とは互いに逆となる向き(図では、矢印X, Yで示す)に従って分極されている。

【0003】そして、この検出素子10の長手方向に沿う両端縁は側面視「コ」字形状となった一対の挟持部品14によって固定支持されており、各圧電セラミック板13上に形成された信号取出電極11のそれぞれは挟持部品14及びこれらの上下位置に取り付けられたケース部品(図示していない)それぞれの異なる端面ごとに形成された外部引出電極15, 16の各々に対して接続されている。なお、挟持部品14が上記形状とされているのは、これらの挟持部品14及びケース部品の全体に対して加速度Gが作用した際、この加速度Gの作用に伴う慣性力によって変形する検出素子10の撓み代を確保するためである。

【0004】一方、近年では、加速度センサに対してより一層の小型化が要望されていることから、検出素子自

体の小型化をも図る必要が生じている。しかしながら、両持ち梁構造の検出素子10をそのまま小型化したのでは、加速度Gの作用時における変形が小さくなり、この変形による電荷の発生量が小さくなり過ぎる結果、検出感度の大幅な低下を招いてしまう。そこで、同じ大きさの加速度Gが作用した場合にはより大きく変形しうる片持ち梁構造、例えば、図4で示すような構造とされた検出素子20を利用して検出感度の高い加速度センサを構成することが行われるようになってきた。

【0005】すなわち、この検出素子20は上記検出素子10と同構成でありながらも長手方向に沿う寸法がより短くなった一対の圧電セラミック板21を備えたものであり、その一方の端縁のみが一対の挟持部品14によって固定支持された構造となっている。そして、この検出素子20における各圧電セラミック板21上に形成された信号取出電極11のそれぞれは挟持部品14及びケース部品の同一となる端面上に離間して形成された外部引出電極15, 16の各々に対して接続されている。なお、検出素子20の全体構造は検出素子10と基本的に異ならないから、図4において図3と互いに同一となる部品には同一符号を付し、ここでの説明は省略する。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、両持ち梁構造とされた検出素子10を製作する際には、図5で示すように、信号取出電極11及び中間電極12となる電極パターン(図示していない)が主表面のそれぞれ上に予め形成された圧電セラミック板13用のセラミック親基板17と、内表面側の所定位置ごとに所定幅の凹溝が形成された挟持部品用親基板18とをそれぞれ用意したうえで、中間電極12となる電極パターンを挟んで対面配置されたセラミック親基板17それぞれの外側から挟持部品用親基板18の各々を当てつけて一体に接合した後、これらを所定の切断線Sに沿って切断するのが一般的である。

【0007】そして、片持ち梁構造の検出素子20を製作するに際しても、両持ち梁構造と同じ製作手順が踏襲されるのであるが、この場合には、図5中の仮想線で示すように、圧電セラミック板21の寸法を圧電セラミック板13よりも短くするための所定幅とされた貫通溝22をセラミック親基板23の所定位置ごとに予め形成しておく必要がある。そのため、わざわざ貫通溝22が形成されたセラミック親基板23を用意するための多大な手間がかかることになってしまう。また、貫通溝22が形成されたセラミック親基板23相互及びこれらに対する挟持部品用親基板18の位置決めを正確に行っておかなければ片持ち梁構造とすることが不可能となる恐れもあり、この点でも面倒な手間を要することになっていた。

【0008】さらにまた、片持ち梁構造を採用した場合には両持ち梁構造の場合に比較して耐衝撃性に劣ること

になり、強度的に弱くなることが避けられないのは勿論であるほか、片持ち梁構造の検出素子20においては、信号取出電極11のそれぞれが挟持部品14及びケース部品の同一となる端面上に集中して引き出されており、通常の電子部品とは異なっていることになる結果、加速度センサが実装される配線基板側での配線パターン変更を要するというような不都合も生じていた。

【0009】本発明は、これらの不都合に鑑みて創案されたものであって、検出感度の向上及び小型化を図りつつ、生産効率の大幅な向上を実現することができる加速度センサの提供を目的としている。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る加速度センサは、共に短冊形状とされたうえで主表面のそれぞれ上に信号取出電極及び中間電極が形成された一対の圧電セラミック板を備え、かつ、これら圧電セラミック板上の中間電極同士を対面接合して一体化した検出素子の長手方向に沿う両端縁を固定支持してなるものであって、圧電セラミック板それぞれの長手方向領域を加速度の作用に伴って発生する応力が変化する境界線によって区分けされた3つの部分に区分すると共に、その中央部分及び端部分それぞれを板厚方向に沿いつつ互いに逆となる向きに従って分極する一方、両圧電セラミック板の中央部分及び端部分同士における分極の向きを相互に異ならせている。

#### 【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0012】図1は本実施例に係る加速度センサを構成する際に用いられる検出素子のみを取り出して示す外観斜視図、図2は加速度の作用時における検出素子の変形状態を模式的に示す説明図であり、これらの図における符号1は両持ち梁構造とされた検出素子である。なお、これらの図1及び図2において図3及び図4と互いに同一となる部品には、同一の符号を付している。また、検出素子1の製作手順は従来例に係る検出素子10と同じであるから、ここでの説明は省略する。

【0013】本実施例に係る検出素子1は、共に短冊形状とされたうえで主表面のそれぞれ上に薄膜状の信号取出電極2及び中間電極3が形成された一対の圧電セラミック板4を備え、かつ、中間電極3同士を対面接合することによって両圧電セラミック板4が一体化されたものであり、従来例における両持ち梁構造の検出素子10と同様、この検出素子1の長手方向に沿う両端縁は側面視「コ」字形状となった一対の挟持部品14によって固定支持されている。そして、この検出素子1を構成する圧電セラミック板4それぞれの長手方向領域は、加速度Gの作用に伴って発生する応力が変化する境界線L（後述する）によって区分けされた3つの部分4a、4bに区分されており、しかも、その中央部分4a及び端部分4

bのそれぞれは各圧電セラミック板4の板厚方向に沿いつつ互いに逆となる向き（図では、矢印A、BとC、Dで示す）に従って分極されている。

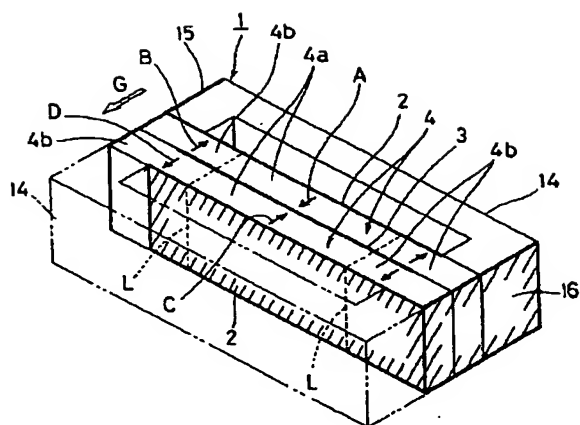
【0014】また、このとき、互いに一体化されて検出素子1を構成する両圧電セラミック板4の中央部分4a及び端部分4b同士における分極の向きA、B及びC、Dの各々は相互に異ならされている。すなわち、例えば、各圧電セラミック板4の中央部分4aそれぞれにおける分極の向きA及びCは互いに近ずきあう内向きとされる一方、両者の端部分4bにおける分極の向きB及びDは互いに遠ざかる外向きとされている。そして、各圧電セラミック板4上に形成された信号取出電極2のそれぞれは挟持部品14及びこれらの上下位置に取り付けられたケース部品（図示していない）それぞれの互いに異なる端面ごとに形成された外部引出電極15、16の各々に対して接続されている。

【0015】ここで、各圧電セラミック板4の長手方向領域を3つの部分4a、4bに区分する応力変化の境界線L、すなわち、加速度Gの作用に伴って各圧電セラミック板4に発生した応力が「引っ張り」及び「圧縮」とに区分けされる変化の境界線Lを図2に基づいて説明する。

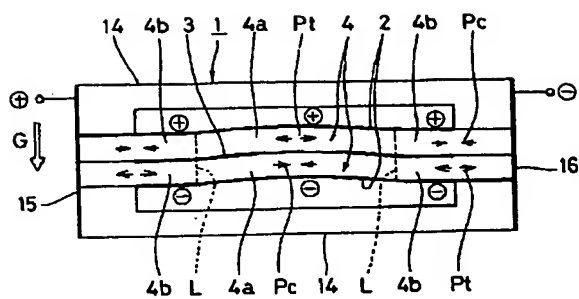
【0016】まず、加速度センサの全体に対して加速度Gが作用すると、検出素子1を固定支持する挟持部品14及びケース部品に対しては加速度Gが直接的に作用することになり、これらの挟持部品14及びケース部品は共に加速度Gの作用方向に沿って移動しようとする。ところが、この際においても、検出素子1に対して直接的な加速度Gが作用することはないから、検出素子1は加速度Gの作用する以前における状態をそのまま維持し続けようとし、この検出素子1には加速度Gの作用に伴って発生した慣性力が作用することになる。そこで、検出素子1を構成する各圧電セラミック板4の端部分4bそれぞれはこれらを固定支持する挟持部品14と共に移動しようとする一方、各々の中央部分4aそれぞれは当初位置のまま残ろうとする結果、この検出素子1は加速度Gの作用側に向かって撓んだ湾曲形状（図では、上向きの凸形状）となるように変形する。

【0017】そのため、図2で示すように、撓み方向外側（図では、上側）に位置する圧電セラミック板4の中央部分4aには引っ張り応力P<sub>t</sub>、また、その端部分4bには圧縮応力P<sub>c</sub>が現れることになる一方、撓み方向内側（図では、下側）に位置する圧電セラミック板4の中央部分4aには圧縮応力P<sub>c</sub>、また、その端部分4bには引っ張り応力P<sub>t</sub>が現れることになる。すなわち、本実施例に係る検出素子1においては、各圧電セラミック板4の長手方向領域に沿って現れる応力が「引っ張り」から「圧縮」へ、また、「圧縮」から「引っ張り」へと変わる境界を応力が変化する境界線Lとしたうえ、これらの境界線Lによって区分けされた各圧電セラミッ

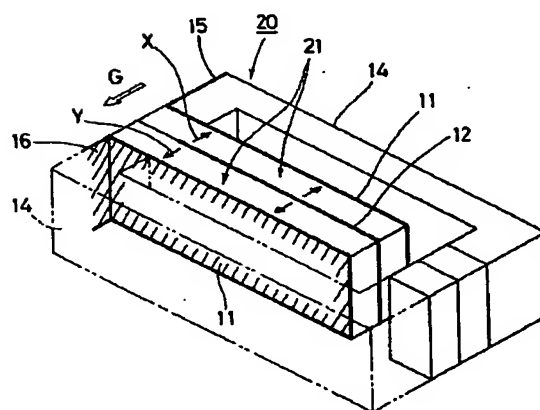
【図1】



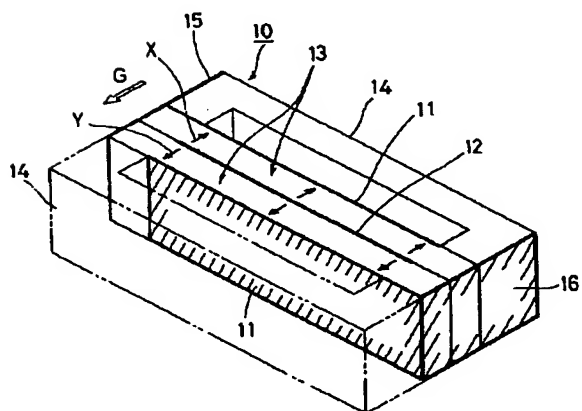
【図2】



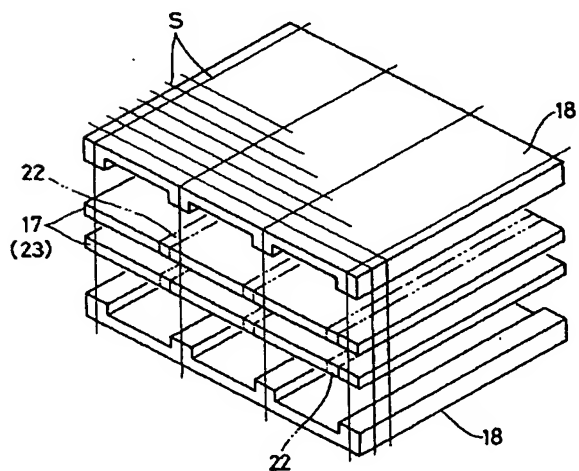
【図4】



【図3】



【図5】



ク板4の中央部分4a及び端部分4bのそれぞれを互いに逆となる向きA、B及びC、Dに従って分極しているのである。なお、この境界線Lは、例えば、数値解析手法の一つである有限要素法を利用した実験によって知ることが可能なものである。

【0018】つぎに、上記構造とされた検出素子1の動作及び作用について説明する。

【0019】加速度センサに対して加速度Gが作用し、図2で示したような変形が検出素子1に生じた場合、この検出素子1の撓み方向外側に位置する圧電セラミック板4の中央部分4aにおける外側主表面には分極の向きAと引っ張り応力P<sub>t</sub>との関係に基づいて正(+)の電荷が発生し、また、その端部分4bにおける外側主表面でも分極の向きB及び圧縮応力P<sub>c</sub>の関係から正の電荷が発生する。そこで、この圧電セラミック板4の中央部分4a及び端部分4bそれぞれの外側主表面に発生した正の電荷は互いに強めあいながら、信号取出電極2から外部引出電極15へと伝わることになる。さらに、このとき、検出素子1の撓み方向内側に位置する圧電セラミック板4の中央部分4aにおける外側主表面には分極の向きCと圧縮応力P<sub>c</sub>との関係から負(-)の電荷が発生し、また、その端部分4bにおける外側主表面にも分極の向きDと引っ張り応力P<sub>t</sub>との関係から負の電荷が発生することになり、これら負の電荷は信号取出電極2から外部引出電極16へと伝わることになる。

【0020】したがって、この検出素子1によれば、これが従来例である検出素子10と同様の両持ち構造を有しているにも拘わらず加速度Gの作用時における電荷の発生量が増えることになる結果、その小型化を行っても検出感度の低下は起こらないことになる。なお、加速度Gが作用した際における圧電セラミック板4それぞれの内側主表面には各々の外側主表面と異なる正もしくは負の電荷が発生しているが、これらの電荷は中間電極3を通じて互いに打ち消されることになり、外部に対しては何らの影響をも及ぼさないことになる。

【0021】ところで、前記従来の両持ち梁構造とされた検出素子10を構成する各圧電セラミック板13ではその長手方向領域の全体にわたる分極の向きX、Yが図3で示したような同一方向であるために不都合が生じていたのである。すなわち、図示していないが、加速度Gが作用した場合には、検出素子10を構成する圧電セラミック板13においても本実施例の場合と同じく図2で

示したような応力状態が現れることになる。しかしながら、この検出素子10の各圧電セラミック板13における分極の向きX、Yが同一となっているから、変形した検出素子1の撓み方向外側に位置する圧電セラミック板4の中央部分に正の電荷が発生した場合の端部分には負の電荷が発生することになり、また、撓み方向内側に位置する圧電セラミック板4の中央部分に負の電荷が発生した場合の端部分には正の電荷がそれぞれ発生することになってしまう。そのため、各圧電セラミック板13の同一主表面に発生した正負の電荷が互いに打ち消しあうことになる結果、検出感度が低下することになっていたのである。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る加速度センサの検出素子によれば、これが両持ち梁構造であるにも拘わらず加速度の作用時における電荷の発生量が増えることになり、その小型化を行っても検出感度の低下は起こらないことになる。したがって、片持ち梁構造の検出素子を採用したうえで加速度センサに組み込む必要はないことになり、片持ち構造の検出素子を採用した際に生じていた種々の不都合を回避できる。その結果、検出感度の向上及び小型化を図りつつ、生産効率の大幅な向上を実現することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例に係る加速度センサの検出素子を示す外観斜視図である。

【図2】加速度の作用時における検出素子の変形状態を模式的に示す説明図である。

【図3】従来例に係る両持ち梁構造の検出素子を示す外観斜視図である。

【図4】従来例に係る片持ち梁構造の検出素子を示す外観斜視図である。

【図5】検出素子の製作手順を示す分解斜視図である。

【符号の説明】

- 1 検出素子 (バイモルフ型検出素子)
- 2 信号取出電極
- 3 中間電極
- 4 圧電セラミック板
- 4a 中央部分
- 4b 端部分
- L 境界線
- G 加速度